

NETWORK SYSTEM AND NETWORK CONNECTION DEVICE

Veröffentlichungsnummer JP2002232448

Veröffentlichungsdatum: 2002-08-16

Erfinder: TAKAHASHI KATSUYOSHI; SODA KEIICHI;
ICHIHASHI TACHIKI

Anmelder: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Klassifikation:

- Internationale: H04L12/56; H04L12/46; H04L12/66; H04L12/56;
H04L12/46; H04L12/66; (IPC1-7): H04L12/46;
H04L12/56

- Europäische:

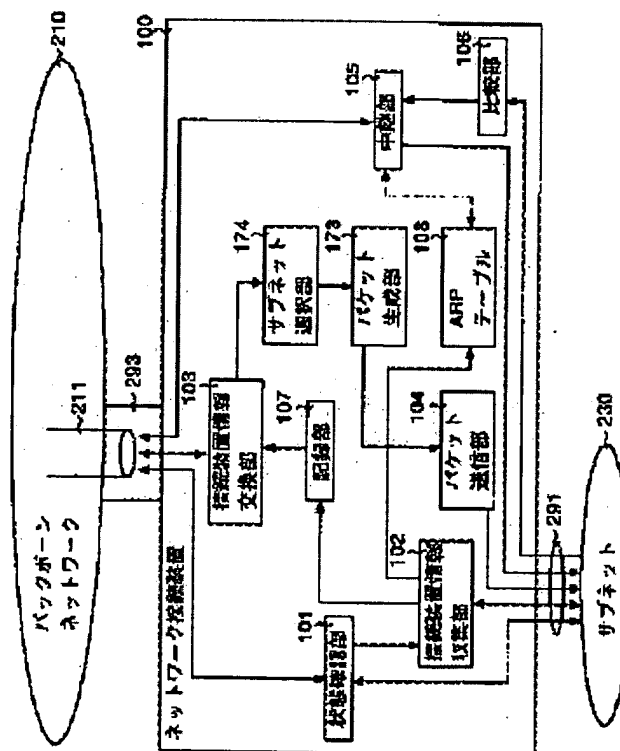
Anmeldenummer: JP20010027184 20010202

Prioritätsnummer(n): JP20010027184 20010202

Datenfehler hier melden

Zusammenfassung von JP2002232448

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a network connection device which can continue communication between terminals when the respective terminals are cut off in a subnet due to a fault. **SOLUTION:** The device has a state confirming part 101 monitoring a conduction state between the subnet and the other network connection device connected to the subnet by using a backbone network, a connection device information collecting part 102 collecting connection device information on terminal equipment connected to a self-device when a state where respective terminal equipment in the subnet are cut off is confirmed, a connection device information exchange part 103 exchanging collected connection device information with the other network connection device via the backbone network, a packet generating part 173 generating an ARP reply packet based on the received connection device information and a packet transmission part 104 transmitting the ARP reply packet to the subnet.



Daten sind von der esp@cenet Datenbank verfügbar - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-232448

(P2002-232448A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 L 12/46

12/56

識別記号

1 0 0

F I

H 0 4 L 12/46

12/56

テマコード* (参考)

A 5 K 0 3 0

1 0 0 A 5 K 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2001-27184(P2001-27184)

(22) 出願日 平成13年2月2日 (2001.2.2)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 高橋 克佳

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(73) 発明者 曾田 圭一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

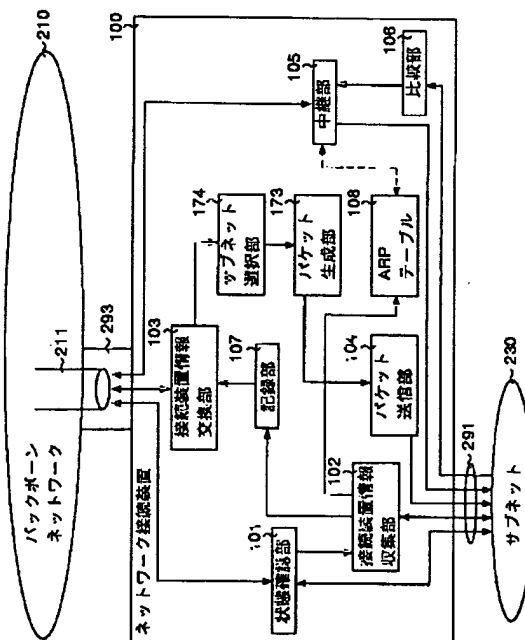
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワークシステムおよびネットワーク接続装置

(57) 【要約】

【課題】 故障によりサブネット内で各端末が分断された場合に、端末間の通信を継続可能なネットワーク接続装置を得ること。

【解決手段】 サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視する状態確認部101と、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に自装置に接続された端末装置の接続装置情報を収集する接続装置情報収集部102と、収集した接続装置情報をバックボーンネットワーク経由で他のネットワーク接続装置と交換する接続装置情報交換部103と、受け取った接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成するパケット生成部173と、ARPリプライパケットを該当するサブネットに送信するパケット送信部104と、を備える構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バックボーンネットワークと、複数の端末装置を収容するサブネットと、バックボーンネットワークとサブネットとを冗長接続する複数のネットワーク接続装置と、を備えたネットワークシステムにおいて、前記各ネットワーク接続装置は、

サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段と、

接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段と、

収集した接続装置情報を、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換する接続装置情報交換手段と、

他のネットワーク接続装置から受け取った装置接続情報に基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段と、

前記接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成し、当該ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット生成/送信手段と、

端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比較手段と、

各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段と、

を備え、

前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテーブルを更新し、以降、分断された端末装置とはバックボーンネットワークを介して通信を行うことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項2】 さらに、サブネットからARPリクエストパケットまたはARPリプライパケットを受信し、当該パケットからターゲットプロトコルアドレスを抽出するARPパケット受信手段と、

前記ARPパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、前記収集した接続装置情報の中に当該ターゲットプロトコルアドレスに該当する情報が含まれていたかどうかを検索する第1の検索手段と、

前記ARPパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、当該パケットの送信元MACアドレスとソースハードウェアアドレスとを仮想MACアドレスに書き換えるリクエストパケット変換手段と、

書き換え後のARPリクエストパケットを選択されたサブネットに送信するリクエストパケット送信手段と、

前記バックボーンパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、前記サブネット選択手段が抽出したターゲットプロトコルアドレスに基づいてMACアドレスを検索する第2の検索手段と、

宛先MACアドレスおよびターゲットハードウェアアドレスを検索結果であるMACアドレスに書き換え、ソースハードウェアアドレスを仮想MACアドレスに書き換えるリプライパケット変換手段と、

書き換え後のARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するリプライパケット送信手段と、

を備えることを特徴とする請求項1に記載のネットワークシステム。

【請求項3】 バックボーンネットワークと、複数の端末装置を収容するサブネットと、バックボーンネットワークとサブネットとを冗長接続する複数のネットワーク接続装置と、を備えたネットワークシステムにおいて、前記各ネットワーク接続装置は、

サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段と、

接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段と、

収集した接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成するパケット生成手段と、

生成したARPリプライパケットを、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換するパケット交換手段と、

他のネットワーク接続装置から受け取ったARPリプライパケットに基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段と、

前記ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット送信手段と、

端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比

較手段と、

各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段と、を備え、

前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテーブルを更新し、以降、分断された端末装置とはバックボーンネットワークを介して通信を行うことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項4】 さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する回復パケット生成手段、

を備え、

前記ARPリプライパケット送信手段は、前記回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、およびバックボーンネットワークから受信した、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケット、をサブネットに送信し、

前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテーブルをもとに戻し、以降、同一サブネット上の端末装置間ではお互いのMACアドレスを直接指定して通信を行うことを特徴とする請求項3に記載のネットワークシステム。

【請求項5】 さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する第1の回復パケット生成手段と、

バックボーンネットワークから、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すための接続装置情報を受け取った場合に、当該接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する第2の回復パケット生成手段と、

を備え、

前記ARPリプライパケット生成/送信手段は、前記第1の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、および第2の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、をサブネットに送信し、

前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテーブルをもとに戻し、以降、同一サブネット上の端末装置間ではお互いのMACアドレスを直接指定して通信を行うことを特徴とする請求項1に記載のネットワークシステム。

【請求項6】 前記接続装置情報収集手段は、ICMPエコーリクエストメッセージをブロードキャストアドレスで送信するリクエスト送信手段と、前記リクエストに対する応答としてICMPエコーリプライメッセージを受信する受信手段と、

前記ICMPエコーリプライメッセージに基づいてサブネット内の端末装置のIPアドレスとMACアドレスの組み合わせを学習する学習手段と、

を備えることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載のネットワークシステム。

【請求項7】 バックボーンネットワークと複数の端末装置を収容するサブネットとを冗長接続する各ネットワーク接続装置にあっては、

サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段と、

接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段と、

収集した接続装置情報を、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換する接続装置情報交換手段と、

他のネットワーク接続装置から受け取った装置接続情報に基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段と、

前記接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成し、当該ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット生成/送信手段と、

端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比較手段と、

各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段と、を備えることを特徴とするネットワーク接続装置。

【請求項8】 さらに、サブネットからARPリクエストパケットまたはARPリプライパケットを受信し、当該パケットからターゲットプロトコルアドレスを抽出するARPパケット受信手段と、

前記ARPパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、前記収集した接続装置情報の中に当該ターゲットプロトコルアドレスに該当する情報が含まれていたかどうかを検索する第1の検索手段と、

前記情報が含まれていない場合に、バックボーンネットワークに前記ARPリクエストパケットを送信するリクエスト転送手段と、

前記ARPパケット受信手段がARPリプライパケットを受信した場合に、バックボーンネットワークに当該ARPリプライパケットを送信するリプライ転送手段と、バックボーンネットワークからARPリクエストパケットまたはARPリプライパケットを受信するバックボーンパケット受信手段と、

受信したARPパケットからターゲットプロトコルアドレスを抽出し、収容する単一または複数のサブネットの中から当該ターゲットプロトコルアドレスが含まれるサブネットを選択するサブネット選択手段と、前記バックボーンパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、当該パケットの送信元MACアドレスとソースハードウェアアドレスとを仮想MACアドレスに書き換えるリクエストパケット変換手段と、書き換え後のARPリクエストパケットを選択されたサブネットに送信するリクエストパケット送信手段と、前記バックボーンパケット受信手段がARPリプライパケットを受信した場合に、前記サブネット選択手段が抽出したターゲットプロトコルアドレスに基づいてMACアドレスを検索する第2の検索手段と、宛先MACアドレスおよびターゲットハードウェアアドレスを検索結果であるMACアドレスに書き換え、ソースハードウェアアドレスを仮想MACアドレスに書き換えるリプライパケット変換手段と、書き換え後のARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するリプライパケット送信手段と、を備えることを特徴とする請求項7に記載のネットワーク接続装置。

【請求項9】 バックボーンネットワークと複数の端末装置を収容するサブネットとを冗長接続する各ネットワーク接続装置にあっては、サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段と、接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段と、収集した接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成するパケット生成手段と、生成したARPリプライパケットを、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換するパケット交換手段と、他のネットワーク接続装置から受け取ったARPリプライパケットに基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段と、前記ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット送信手段と、端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比較手段と、各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段と、

を備えることを特徴とするネットワーク接続装置。

【請求項10】 さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する回復パケット生成手段、を備え、

前記ARPリプライパケット送信手段は、前記回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、およびバックボーンネットワークから受信した、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケット、をサブネットに送信することを特徴とする請求項9に記載のネットワーク接続装置。

【請求項11】 さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する第1の回復パケット生成手段と、バックボーンネットワークから、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すための接続装置情報を受け取った場合に、当該接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する第2の回復パケット生成手段と、を備え、

前記ARPリプライパケット生成/送信手段は、前記第1の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、および第2の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、をサブネットに送信することを特徴とする請求項7に記載のネットワーク接続装置。

【請求項12】 前記接続装置情報収集手段は、ICMPエコーリクエストメッセージをブロードキャストアドレスで送信するリクエスト送信手段と、前記リクエストに対する応答としてICMPエコーリプライメッセージを受信する受信手段と、前記ICMPエコーリプライメッセージに基づいてサブネット内の端末装置のIPアドレスとMACアドレスの組み合わせを学習する学習手段と、を備えることを特徴とする請求項7～11のいずれか一つに記載のネットワーク接続装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、バックボーンネットワークとサブネットとを冗長接続する複数のネットワーク接続装置を備えたネットワークシステムに関するものであり、特に、サブネット分断時の端末間の通信を救済可能なネットワークシステムおよびネットワーク接続装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 以下、従来技術について説明する。IP (Internet Protocol) ネットワークにおいて、ルータ

によって他のネットワークと区切られたサブネットは、ルータを経由して当該サブネットの外部と通信を行う。しかしながら、ルータが故障した場合にはサブネットの外部と通信が行えなくなるため、たとえば、複数のルータを用いて通信経路の冗長化を行うことが一般的に知られている。

【0003】複数のルータを用いて通信経路の冗長化を行うシステムとしては、たとえば、特開平11-261620号公報に記載の「ルータ障害における配下LANの救済機能を有するルータネットワーク」がある。図28は、従来のシステムの構成を示す図である。図28において、10は現用ルータであり、11は代理ルータであり、12は他のルータであり、13はATMネットワークであり、14はルータが冗長化されたサブネットである。

【0004】上記公報記載の技術では、サブネット14に1つの現用ルータ10と現用ルータ10とは別の代理ルータ11とを用意する。このとき、現用ルータ10のネットワーク環境を代理ルータ11にもあらかじめ設定しておき、代理ルータ11では、pingパケット等により現用ルータ10を監視する。そして、現用ルータ10が障害となった場合には、現用ルータ10で使用していたMAC(Media Access Control)アドレスを代理ルータ11が引き継ぎ、代理ルータ11が、現用ルータ10に成り代わって動作する。具体的にいうと、現用ルータ10が障害となった場合には、代理ルータ11が、現用ルータ10にて使用している物理アドレスを引き継ぎ、サブネット外への通信フレームの中継を代行する。これにより、サブネット14と他のサブネットとの接続性を確保できる。

【0005】また、複数のルータを用いて通信経路の冗長化を行うシステムとしては、上記以外に、VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol, Internet Engineering Task Force: IETF RFC2338)を用いたネットワークシステムがある。

【0006】VRRPでは、複数のルータが仮想ルータを構成し、仮想MACアドレスと共通のIPアドレスを共有する。現用ルータは、定期的にVRRPメッセージをサブネット内に送信することで仮想MACアドレスとIPアドレスを待機ルータに通知し、現用ルータの健在を知らしめる。一方、待機ルータは、一定時間、現用ルータからのVRRPメッセージの到着がないことをもって現用ルータの障害を検知し、仮想MACアドレスとIPアドレスを使用して代理動作を行う。

【0007】図29は、VRRPを用いたネットワークシステムの構成を示す図である。図29において、20、21はルータであり、23、24、25はスイッチングハブであり、26、27は端末装置であり、28はサブネットであり、29はバックボーンネットワークである。

【0008】また、図30は、VRRPで用いられるARP(Address Resolution Protocol)リプライパケットフォーマットの概略を示す図である。図30において、30aは宛先MACアドレス(MAC_DA)であり、30bは送信元MACアドレス(MAC_SA)であり、30cはソースハードウェアアドレス(SRC_MAC_ADDR)であり、30dはソースプロトコルアドレス(SRC_IP_ADDR)であり、30eはターゲットハードウェアアドレス(TAGT_MAC_ADDR)であり、30fはターゲットプロトコルアドレス(TAGT_IP_ADDR)である。

【0009】端末装置26および27では、デフォルトルートとして仮想MACアドレスを設定しておく、サブネット外への通信フレームを仮想MACアドレス宛に送信する。たとえば、ルータ20が現用ルータとして、ルータ21が待機ルータとして動作している場合、通信フレームは、ルータ20が中継する。

【0010】そして、現用ルータ20が故障すると、待機ルータ21では、図30に示すARPLリプライパケットをサブネット28に対して送信する。すなわち、待機ルータ21では、仮想MACアドレスを送信元MACアドレス30bおよびソースハードウェアアドレス30cに格納し、共有IPアドレスをソースプロトコルアドレス30dに格納し、ブロードキャストアドレスを宛先MACアドレス30aに格納し、この状態でARPLリプライパケットをサブネット28に対して送信する。

【0011】また、各スイッチングハブでは、上記ARPLリプライパケットを受信および転送し、仮想MACアドレスの装置がルータ21の方向のポートにあることを学習し、以後、仮想MACアドレス宛のMACフレームをルータ21の方向に転送する。これにより、現用ルータ20が故障した場合においても、サブネット27と他のサブネットとの接続性を確保できる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、複数のルータが冗長接続されたシステムでは、サブネットが分断された場合に、別々のセグメントに接続する各端末装置が物理的には他のネットワークを経由して接続されているにもかかわらず、相互の通信を行うことができなくなる、という問題があった。

【0013】たとえば、図29において、スイッチングハブ24が故障した場合は、端末装置26から端末装置27へのARPLリクエストパケットが導通不能となり、通信を行うことができない。また、端末装置26のARPテーブルに端末装置27のエントリが格納されていた場合については、端末装置26が宛先MACアドレスに端末装置27のMACアドレスを設定し端末装置27へのパケットを送信するが、スイッチングハブ24の故障により当該パケットの中継が不可能となり、通信が途絶えてしまう。

【0014】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、サブネットと他のネットワークとが冗長接続されたシステムにおいて、たとえば、故障によりサブネット内で各端末が分断された場合においても、端末間の通信を継続可能なネットワーク接続装置を得ることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるネットワークシステムにあつては、バックボーンネットワークと、複数の端末装置を収容するサブネットと、バックボーンネットワークとサブネットとを冗長接続する複数のネットワーク接続装置と、を備え、前記各ネットワーク接続装置は、サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段（後述する実施の形態の状態確認部101に相当）と、接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段（接続装置情報収集部102に相当）と、収集した接続装置情報を、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換する接続装置情報交換手段（接続装置情報交換部103に相当）と、他のネットワーク接続装置から受け取った装置接続情報に基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段（サブネット選択部174に相当）と、前記接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成し、当該ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット生成／送信手段（パケット生成部173、パケット送信部104に相当）と、端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比較手段（比較部106に相当）と、各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段（中継部105に相当）と、を備え、前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテーブルを更新し、以降、分断された端末装置とはバックボーンネットワークを介して通信を行うことを特徴とする。

【0016】つぎの発明にかかるネットワークシステムにあつては、さらに、サブネットからARPリクエストパケットまたはARPリプライパケットを受信し、当該パケットからターゲットプロトコルアドレスを抽出するARPパケット受信手段（ARPパケット受信部518に相当）と、前記ARPパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、前記収集した接続装置情報の中に当該ターゲットプロトコルアドレスに該当

する情報が含まれていたかどうかを検索する第1の検索手段（検査部519に相当）と、前記情報が含まれていない場合に、バックボーンネットワークに前記ARPリクエストパケットを送信するリクエスト転送手段（リクエスト転送部520に相当）と、前記ARPパケット受信手段がARPリプライパケットを受信した場合に、バックボーンネットワークに当該ARPリプライパケットを送信するリプライ転送手段（リプライ転送部527に相当）と、バックボーンネットワークからARPリクエストパケットまたはARPリプライパケットを受信するバックボーンパケット受信手段（バックボーンパケット受信部521に相当）と、受信したARPパケットからターゲットプロトコルアドレスを抽出し、収容する単一または複数のサブネットの中から当該ターゲットプロトコルアドレスが含まれるサブネットを選択するサブネット選択手段（サブネット選択部524に相当）と、前記バックボーンパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、当該パケットの送信元MACアドレスとソースハードウェアアドレスとを仮想MACアドレスに書き換えるリクエストパケット変換手段（リクエストパケット変換部525に相当）と、書き換え後のARPリクエストパケットを選択されたサブネットに送信するリクエストパケット送信手段（リクエストパケット送信部526に相当）と、前記バックボーンパケット受信手段がARPリプライパケットを受信した場合に、前記サブネット選択手段が抽出したターゲットプロトコルアドレスに基づいてMACアドレスを検索する第2の検索手段（検索部519に相当）と、宛先MACアドレスおよびターゲットハードウェアアドレスを検索結果であるMACアドレスに書き換え、ソースハードウェアアドレスを仮想MACアドレスに書き換えるリプライパケット変換手段（リプライパケット変換部522に相当）と、書き換え後のARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するリプライパケット送信手段（リプライパケット送信部523に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0017】つぎの発明にかかるネットワークシステムにあつては、バックボーンネットワークと、複数の端末装置を収容するサブネットと、バックボーンネットワークとサブネットとを冗長接続する複数のネットワーク接続装置と、を備え、前記各ネットワーク接続装置は、サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段（状態確認部101aに相当）と、接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段と、収集した接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成す

るパケット生成手段（転送パケット生成部175aに相当）と、生成したARPリプライパケットを、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換するパケット交換手段（接続装置情報交換部103aに相当）と、他のネットワーク接続装置から受け取ったARPリプライパケットに基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段（サブネット選択部174aに相当）と、前記ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット送信手段（パケット送信部104に相当）と、端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比較手段と、各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段と、を備え、前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテーブルを更新し、以降、分断された端末装置とはバックボーンネットワークを介して通信を行うことを特徴とする。

【0018】つぎの発明にかかるネットワークシステムにあつては、さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する回復パケット生成手段（回復パケット生成部641cに相当）、を備え、前記ARPリプライパケット送信手段は、前記回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、およびバックボーンネットワークから受信した、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケット、をサブネットに送信し、前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテーブルをもとに戻し、以降、同一サブネット上の端末装置間ではお互いのMACアドレスを直接指定して通信を行うことを特徴とする。

【0019】つぎの発明にかかるネットワークシステムにあつては、さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する第1の回復パケット生成手段（回復パケット生成部641cに相当）と、バックボーンネットワークから、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すための接続装置情報を受け取った場合に、当該接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する第2の回復パケット生成手段（パケット生成部173dに相当）と、を備え、前記ARPリプライパケット生成/送信手段は、前記第1の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、および第2の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、をサブネットに送信し、前記各端末装置は、受け取ったARPリプライパケットに基づいてARPテ-

ブルをもとに戻し、以降、同一サブネット上の端末装置間ではお互いのMACアドレスを直接指定して通信を行うことを特徴とする。

【0020】つぎの発明にかかるネットワークシステムにおいて、前記接続装置情報収集手段は、ICMPエコーリクエストメッセージをブロードキャストアドレスで送信するリクエスト送信手段（リクエスト送信部441に相当）と、前記リクエストに対する応答としてICMPエコーリプライメッセージを受信する受信手段（受信部442に相当）と、前記ICMPエコーリプライメッセージに基づいてサブネット内の端末装置のIPアドレスとMACアドレスの組み合わせを学習する学習手段（学習部443に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0021】つぎの発明にかかるネットワーク接続装置にあつては、バックボーンネットワークと複数の端末装置を収容するサブネットとを冗長接続し、たとえば、サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段と、接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段と、収集した接続装置情報を、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換する接続装置情報交換手段と、他のネットワーク接続装置から受け取った装置接続情報に基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段と、前記接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成し、当該ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット生成/送信手段と、端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比較手段と、各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段と、を備えることを特徴とする。

【0022】つぎの発明にかかるネットワーク接続装置にあつては、さらに、サブネットからARPリクエストパケットまたはARPリプライパケットを受信し、当該パケットからターゲットプロトコルアドレスを抽出するARPパケット受信手段と、前記ARPパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、前記収集した接続装置情報の中に当該ターゲットプロトコルアドレスに該当する情報が含まれていたかどうかを検索する第1の検索手段と、前記情報が含まれていない場合に、バックボーンネットワークに前記ARPリクエストパケットを送信するリクエスト転送手段と、前記ARPパケット受信手段がARPリプライパケットを受信した

場合に、バックボーンネットワークに当該ARPリプライパケットを送信するリプライ転送手段と、バックボーンネットワークからARPリクエストパケットまたはARPリプライパケットを受信するバックボーンパケット受信手段と、受信したARPパケットからターゲットプロトコルアドレスを抽出し、収容する単一または複数のサブネットの中から当該ターゲットプロトコルアドレスが含まれるサブネットを選択するサブネット選択手段と、前記バックボーンパケット受信手段がARPリクエストパケットを受信した場合に、当該パケットの送信元MACアドレスとソースハードウェアアドレスとを仮想MACアドレスに書き換えるリクエストパケット変換手段と、書き換え後のARPリクエストパケットを選択されたサブネットに送信するリクエストパケット送信手段と、前記バックボーンパケット受信手段がARPリプライパケットを受信した場合に、前記サブネット選択手段が抽出したターゲットプロトコルアドレスに基づいてMACアドレスを検索する第2の検索手段と、宛先MACアドレスおよびターゲットハードウェアアドレスを検索結果であるMACアドレスに書き換え、ソースハードウェアアドレスを仮想MACアドレスに書き換えるリプライパケット変換手段と、書き換え後のARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するリプライパケット送信手段と、を備えることを特徴とする。

【0023】つぎの発明にかかるネットワーク接続装置にあっては、バックボーンネットワークと複数の端末装置を収容するサブネットとを冗長接続し、たとえば、サブネットおよびバックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続された他のネットワーク接続装置との導通状態を監視し、サブネット内の各端末装置が分断されている状態を認識した場合に接続装置情報の収集を指示する状態監視手段と、接続装置情報の収集指示により、同一サブネット上の全端末装置のIPアドレスとMACアドレスを接続装置情報として収集する接続装置情報収集手段と、収集した接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成するパケット生成手段と、生成したARPリプライパケットを、バックボーンネットワークを用いて同一サブネットに接続される他のネットワーク接続装置と交換するパケット交換手段と、他のネットワーク接続装置から受け取ったARPリプライパケットに基づいてサブネットを選択するサブネット選択手段と、前記ARPリプライパケットを選択されたサブネットに送信するARPリプライパケット送信手段と、端末装置からIPパケットを受け取った場合に、宛先IPアドレスと自装置のもつIPアドレスとを比較する比較手段と、各IPアドレスが異なる場合に、前記IPパケットを、バックボーンネットワークを介して他のネットワーク装置に対して送信するIPパケット送信手段と、を備えることを特徴とする。

【0024】つぎの発明にかかるネットワーク接続装置

にあっては、さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する回復パケット生成手段、を備え、前記ARPリプライパケット送信手段は、前記回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、およびバックボーンネットワークから受信した、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケット、をサブネットに送信することを特徴とする。

【0025】つぎの発明にかかるネットワーク接続装置にあっては、さらに、サブネットが回復した場合に、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すためのARPリプライパケットを生成する第1の回復パケット生成手段と、バックボーンネットワークから、当該サブネットに接続された端末装置のARPテーブルをもとに戻すための接続装置情報を受け取った場合に、当該接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する第2の回復パケット生成手段と、を備え、前記ARPリプライパケット生成/送信手段は、前記第1の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、および第2の回復パケット生成手段により生成されたARPリプライパケット、をサブネットに送信することを特徴とする。

【0026】つぎの発明にかかるネットワーク接続装置において、前記接続装置情報収集手段は、ICMPエコーリクエストメッセージをブロードキャストアドレスで送信するリクエスト送信手段と、前記リクエストに対する応答としてICMPエコーリプライメッセージを受信する受信手段と、前記ICMPエコーリプライメッセージに基づいてサブネット内の端末装置のIPアドレスとMACアドレスの組み合わせを学習する学習手段と、を備えることを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかるネットワークシステムおよびネットワーク接続装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0028】実施の形態1. 図1は、本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態1の構成を示す図である。図1において、100はネットワーク接続装置であり、101は状態確認部であり、102は接続装置情報収集部であり、103は接続装置情報交換部であり、104はパケット送信部であり、105は中継部であり、106は比較部であり、107は接続装置情報を記録する記録部であり、108はARPテーブルであり、173はパケット生成部であり、174はサブネット選択部であり、210はバックボーンネットワークであり、211はネットワーク接続装置間を結ぶ通信バスであり、230はサブネットであり、291はサブネットの入出

力ポートであり、293はバックボーンネットワークの入出力ポートである。

【0029】また、図2は、実施の形態1のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。図2において、200は上記ネットワーク接続装置100と同様の構成を持つネットワーク接続装置であり、231、232、233、234はスイッチングハブであり、221、222、227は端末装置であり、223は端末装置221のARPテーブルであり、224は端末装置222のARPテーブルであり、281、282、283はスイッチングハブ231の入出力ポートであり、284、285はスイッチングハブ232の入出力ポートであり、286、287、288、289はスイッチングハブ233の入出力ポートである。

【0030】ここで、図1および図2を用いて上記ネットワーク接続装置の動作を説明する。なお、本実施の形態では、ネットワーク接続装置100と200が冗長な構成をとり、バックボーンネットワーク210とサブネット230とを接続する。また、ネットワーク接続装置100が待機ルータとして、ネットワーク接続装置200が現用ルータとして、それぞれ動作しているものとす。

【0031】まず、ネットワーク接続装置100では、状態確認部101が、サブネット230を経由してネットワーク接続装置200との導通状態を監視する。この監視は、pingを用いて行うこととしてもよいし、VRRPメッセージ等の監視により行うこととしてもよい。また、ネットワーク接続装置100の状態確認部101では、バックボーンネットワーク210上の通信パス211を用い、ネットワーク接続装置200の状態確認部101に対して定期的に自装置の動作状態を送信する。ここでいう動作状態とは、待機ルータとして動作しているか、または現用ルータとして動作しているか、を示す情報を意味する。

【0032】なお、バックボーンネットワーク210がATM (Asynchronous Transfer Mode) ネットワークの場合には、通信パス211の一例として、VC (virtual channel) を利用する。

【0033】この状態で、端末装置221と端末装置222がデータ通信を行う場合、各端末装置では、あらかじめ認識しているお互いのIPアドレスと、ARPにより学習した互いのMACアドレスと、をARPテーブルに登録する。なお、図3は、端末装置221のARPテーブルに登録されるエントリ (IPアドレス、MACアドレス) の一例を示す図であり ((a) は正常時を (b) は障害時を表す)、481aはIPアドレス (IP_222) であり、481bはMACアドレス (MAC_222) であり、482aはIPアドレス (IP_222) であり、482bはMACアドレス (MAC_100) である。また、図4は、端末装置222のAR

Pテーブルに登録されるエントリの一例を示す図であり ((a) は正常時を (b) は障害時を表す)、486aはIPアドレス (IP_221) であり、486bはMACアドレス (MAC_221) であり、487aはIPアドレス (IP_221) であり、487bはMACアドレス (MAC_200) である。

【0034】スイッチングハブ231では、端末装置221から送信されるARPパケットをポート282で受信し、送信元MACアドレスに基づいて、端末装置221がポート282の先に接続されていることを学習する。また、端末装置222から送信されるARPパケットをポート283で受信し、送信元MACアドレスに基づいて、端末装置222がポート283の先に接続されていることを学習する。同様に、スイッチングハブ232においては、端末装置221がポート284の先に接続され、端末装置222がポート285の先に接続されていることを学習し、さらに、スイッチングハブ233においては、端末装置221がポート286の先に接続され、端末装置222がポート287の先に接続されていることを学習する。

【0035】上記のように学習した後は、スイッチングハブ231では、端末装置221のMACアドレス宛のMACフレームをポート282から出力し、端末装置222のMACアドレス宛のMACフレームをポート283から出力する。図5は、端末装置221から端末装置222への送信MACフレームを示す図である。図5において、300aはMACヘッダ部であり、300bはIPフレーム部であり、301は宛先MACアドレス (MAC_222) であり、302は送信元MACアドレス (MAC_221) であり、303は宛先IPアドレス (IP_222) であり、304は送信元IPアドレス (IP_221) である。ここでは、端末装置222のIPアドレスを宛先IPアドレス303に設定し、学習したMACアドレスを宛先MACアドレス301に設定し、自端末のIPアドレスを送信元IPアドレス304に設定し、自端末のMACアドレスを送信元MACアドレス302に設定し、その後、MACフレームをネットワークへ送信する。

【0036】そして、上記MACフレームは、宛先MACアドレス301に基づいて、スイッチングハブ231のポート282および283、スイッチングハブ232のポート284および285、スイッチングハブ233のポート286および287、を経由して端末装置222に通知される。

【0037】一方、スイッチングハブ232が故障し、中継動作を行えなくなった場合、ネットワーク接続装置100の状態確認部101では、pingの失敗やVRRPメッセージの未到着などにより障害発生を認識し、接続装置情報収集部102に対して接続装置情報の収集を指示する。そして、通信パス211を経由して、ネッ

トワーク接続装置200に対して、自装置が、以後、現用ルータとして動作する旨を通知する。

【0038】図6は、接続装置情報収集部102の構成を示す図である。図6において、441はICMPエコーリクエストメッセージをブロードキャストで送信するリクエスト送信部であり、442はICMPエコーリプライメッセージを受信する受信部であり、443はIPアドレスとMACアドレスとの組み合わせを学習する学習部である。ここでは、ネットワーク接続装置100内の接続装置情報収集部102の動作について説明する。なお、ネットワーク接続装置200内の接続装置情報収集部102についても同様に動作する。

【0039】また、図7は、接続装置情報収集のために用いられるICMPエコーリクエストメッセージを格納するMACフレームフォーマットの一例を示す図である。図7において、451はMACヘッダ部であり、452はIPヘッダ部であり、453はICMPメッセージ部であり、454は宛先MACアドレス(MAC_Broadcast)であり、455は送信元MACアドレス(MAC_100)であり、456は宛先IPアドレス(IP_SubnetBroadcast)であり、457は送信元IPアドレス(IP_100)である。

【0040】ネットワーク接続装置100内の接続装置情報収集部102では、リクエスト送信部441が、宛先MACアドレス454をブロードキャストアドレスとし、宛先IPアドレス456をサブネット230へのブロードキャストアドレスとすることで生成したICMPエコーリクエストメッセージを、サブネット230のポート291に送信する。このメッセージは、スイッチングハブ231で中継され、端末装置221に通知される。

【0041】ICMPエコーリクエストメッセージを受け取った端末装置221では、応答として、ICMPエコーリプライメッセージを送信する。図8は、接続装置情報収集のために用いられるICMPエコーリプライメッセージを格納するMACフレームフォーマットの一例を示す図である。図8において、461はMACヘッダ部であり、462はIPヘッダ部であり、463はICMPメッセージ部であり、464は宛先MACアドレス(MAC_100)であり、465は送信元MACアドレス(MAC_221)であり、466は宛先IPアドレス(IP_100)であり、467は送信元IPアドレス(IP_221)である。ここでは、ICMPエコーリクエストメッセージに対する応答として、送信元IPアドレス467に自端末のIPアドレスを設定し、送信元MACアドレス465に自装置のMACアドレスを設定することで生成したICMPエコーリプライメッセージを送信する。このリプライメッセージは、ネットワーク接続装置100の受信部442により受信され、学

習部443に通知される。

【0042】学習部443では、受け取ったリプライメッセージを精査し、送信元IPアドレス467と送信元MACアドレス465の組み合わせを学習し、その学習結果を接続装置情報として記録部107およびARPテーブル108に格納する。

【0043】上記のように接続装置情報収集部102により接続装置情報を収集したネットワーク接続装置100では、接続装置情報交換部103が、収集したIPアドレスをバックボーンネットワーク210上の通信パス211に送信する。この接続装置情報は、ネットワーク接続装置200の接続装置情報交換部103に通知され、さらに、サブネット選択部174に転送される。

【0044】ネットワーク接続装置200のサブネット選択部174では、受け取った接続装置情報に基づいて、端末装置221と通信を行う可能性のある通信端末222を収容するサブネット230を選択し、さらに、当該接続装置情報をパケット生成部173に対して通知する。

【0045】ネットワーク接続装置200のパケット生成部173では、受け取った接続装置情報に基づいて、ARPリプライパケットを生成し、当該パケットをサブネット230に送信する。図9(a)は、ARPリプライパケットフォーマットの一例を示す図である。図9(a)において、470aは宛先MACアドレス(MAC_Broadcast)であり、470bは送信元MACアドレス(MAC_200)であり、470cはソースハードウェアアドレス(MAC_200)であり、470dはソースプロトコルアドレス(IP_200)であり、470eはターゲットハードウェアアドレス(MAC_200)であり、470fはターゲットプロトコルアドレス(IP_221)である。ここでは、受け取った接続装置情報に含まれるIPアドレスをターゲットプロトコルアドレス470fに設定し、自ネットワーク接続装置200がポート292で使用しているIPアドレスをソースプロトコルアドレス470dに設定し、自ネットワーク接続装置200がポート292で使用しているMACアドレスをソースハードウェアアドレス470cとターゲットハードウェアアドレス470eと送信元MACアドレス470bに設定し、ブロードキャストアドレスを宛先MACアドレス470aに設定し、パケット送信部104が、生成されたARPリプライパケットをサブネット230に送信する。このとき、ARPリプライパケットは、スイッチングハブ233を経由して端末装置222に通知される。

【0046】ARPリプライパケットを受け取った端末装置222では、当該パケットに含まれるターゲットプロトコルアドレス470fとターゲットハードウェアアドレス470eに基づいて、ARPテーブル224を更新する。具体的にいうと、たとえば、図4(a)に示す

エントリを (b) に示すエントリのように更新する。なお、上記のような端末装置 222 の ARP テーブル更新動作は、IETF (Internet Engineering Task Force) , RFC 826 に規定された ARP の一般的な動作である。また、更新動作完了後、端末装置 222 では、端末装置 221 に対して IP パケットを送信する場合、宛先 MAC アドレスに MAC アドレス 487b を設定し、スイッチングハブ 233 では、受け取った当該 IP パケットを、ポート 288 を中継してネットワーク接続装置 200 に対して送信することになる。

【0047】また、ネットワーク接続装置 200 では、ネットワーク接続装置 100 の状態確認部 101 から送られてきた「現用ルータとして動作する旨の通知」を、状態確認部 101 が受け取ることで、サブネット 230 に障害が発生したことを認識する。そして、上記ネットワーク接続装置 100 と同様の手順で、ネットワーク接続装置 200 の接続装置情報収集部 102 が、端末装置 222 および 227 の IP アドレスを接続装置情報として収集し、接続装置情報交換部 103 が、当該接続装置情報をネットワーク接続装置 100 に対して送信する。

【0048】そして、接続装置情報を受け取ったネットワーク接続装置 100 では、上記ネットワーク接続装置 200 と同様の手順で、接続装置情報交換部 103、サブネット選択部 174、パケット生成部 173、およびパケット送信部 104 を用いて、図 9 (b) に示す ARP リプライパケットおよび (c) に示す ARP リプライパケットを生成/送信し、端末装置 221 の ARP テーブル 223 を更新する。具体的にいうと、たとえば、図 3 (a) に示すエントリを (b) に示すエントリのように更新する。なお、図 9 (b) において、471a は宛先 MAC アドレス (MAC_Broadcast) であり、471b は送信元 MAC アドレス (MAC_100) であり、471c はソースハードウェアアドレス (MAC_100) であり、471d はソースプロトコルアドレス (IP_100) であり、471e はターゲットハードウェアアドレス (MAC_100) であり、471f はターゲットプロトコルアドレス (IP_222) であり、図 9 (c) において、472a は宛先 MAC アドレス (MAC_Broadcast) であり、472b は送信元 MAC アドレス (MAC_100) であり、472c はソースハードウェアアドレス (MAC_100) であり、472d はソースプロトコルアドレス (IP_100) であり、472e はターゲットハードウェアアドレス (MAC_100) であり、472f はターゲットプロトコルアドレス (IP_227) である。

【0049】ただし、端末装置 221 と端末装置 227 が通信を行っておらず、端末装置 221 の ARP テーブル 223 に端末装置 227 に相当するエントリがない場合には、端末装置 221 が図 9 (c) に示す ARP リ

プライパケットを受信した場合でも、ARP テーブル 223 の更新および追加は行われない。

【0050】つぎに、端末装置 221 が端末装置 222 に対して IP パケットを送信する場合、MAC フレームの宛先 MAC アドレスには MAC アドレス 482b が設定されるため、スイッチングハブ 231 では、受け取った MAC フレームを、ポート 281 を中継してネットワーク接続装置 100 に対して送信する。

【0051】MAC フレームを受け取ったネットワーク接続装置 100 では、比較部 106 が、ポート 291 で使用している IP アドレスと当該 MAC フレーム中の宛先 IP アドレス、およびポート 291 で使用している MAC アドレスと当該 MAC フレーム中の宛先 MAC アドレス、をそれぞれ比較する。そして、MAC アドレスが等しくかつ IP アドレスが異なる場合には、中継部 105 が、MAC フレーム内の IP パケット部をネットワーク接続装置 200 へ中継する。

【0052】IP パケットを受け取ったネットワーク接続装置 200 では、当該 IP パケットを MAC フレームに設定し、さらに、宛先 IP アドレスに基づいて ARP テーブルを検索することで対応する MAC アドレスを獲得し、その検索結果を MAC フレームの宛先 MAC アドレスに設定し、ここで生成された MAC フレームをポート 292 へ中継する。このとき、MAC フレームは、スイッチングハブ 233 を経由して端末装置 222 に通知される。なお、端末装置 222 が端末装置 221 に対して IP パケットを送信する場合も、IP パケットは、上記と同様の手順でネットワーク接続装置 200 およびネットワーク接続装置 100 を中継され、端末装置 221 へ通知される。

【0053】ただし、各ネットワーク接続装置が使用する IP アドレスと MAC アドレスは、それぞれの装置で異なるアドレスを用いることとしてもよいし、VRRP 等のプロトコルにより共通のアドレスを用いることとしてもよい。また、共通のアドレスを用いる場合で、かつ現用ルータとして動作するネットワーク接続装置が健全である間、待機ルータとして動作するネットワーク接続装置は、当該アドレスを用いて通信を行わない。

【0054】このように、本実施の形態においては、故障等によりサブネット 230 内の各端末装置が分断された場合でも、バックボーンネットワーク 210 を経由して通信を行う構成としたため、分散された端末装置間の通信を継続させることができる。また、上記と同様の場合に、サブネットに接続された端末装置が、自身に接続されたネットワーク接続装置にて生成した ARP リプライパケットを受け取り、ARP の一般的な動作で ARP テーブルを書き換える構成としたため、特別な処理を追加することなく通信経路を変更できる。また、本実施の形態においては、接続装置情報収集時に、ICMP エコーリクエストメッセージをブロードキャストアドレスで

送信し、サブネットに接続されている各端末装置からの ICMP エコーリプライメッセージを同時に収集する構成としたため、効率良く接続装置情報を収集できる。

【0055】実施の形態2. 図10は、本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態2の構成を示す図である。図10において、100aはネットワーク接続装置であり、101aは状態確認部であり、103aは接続装置情報交換部であり、174aはサブネット選択部であり、175aは転送パケット生成部である。また、図11は、実施の形態2のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。図11において、200aは上記ネットワーク接続装置100aと同様の構成を持つネットワーク接続装置である。なお、前述の実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0056】ここで、図10および図11を用いて上記ネットワーク接続装置の動作を説明する。なお、本実施の形態では、前述の実施の形態1と異なる動作についてのみ説明する。また、本実施の形態のネットワークシステムは、ネットワーク接続装置100aと200aが冗長な構成をとり、バックボーンネットワーク210とサブネット230とを接続する。また、ネットワーク接続装置100aが待機ルータとして、ネットワーク接続装置200aが現用ルータとして、それぞれ動作しているものとする。また、各ネットワーク接続装置は、仮想MACアドレス（以後、MAC_Vと呼ぶ）とIPアドレス（以後、IP_Vと呼ぶ）とを共有しているものとする。

【0057】まず、ネットワーク接続装置100aでは、状態確認部101aが、サブネット230を経由してネットワーク接続装置200aとの導通状態を監視する。この監視は、VRRPメッセージ等を用い、現用ルータから送信される定期的なパケットを受信することで行う。また、ネットワーク接続装置100aの状態確認部101aでは、バックボーンネットワーク210上の通信バス211を用い、ネットワーク接続装置200aの状態確認部101aに対して定期的に自装置の動作状態を送信する。ここでいう動作状態とは、待機ルータとして動作しているか、または現用ルータとして動作しているか、を示す情報を意味する。

【0058】たとえば、スイッチングハブ232が故障し、中継動作を行えなくなった場合、ネットワーク接続装置100aの状態確認部101aでは、VRRPメッセージの未到着により障害発生を認識し、接続装置情報収集部102に対して接続装置情報の収集を指示する。そして、通信バス211を経由してネットワーク接続装置200aに対して、自装置が、以後、現用ルータとして動作する旨を通知する。

【0059】接続装置情報収集部102（図6参照）では、実施の形態1の場合と同様の手順で、送信元IPア

ドレスと送信元MACアドレスの組み合わせを学習し、その結果を接続装置情報として記録部107およびARPテーブル108に格納する。

【0060】上記のように接続装置情報収集部102により接続装置情報を収集したネットワーク接続装置100aでは、転送パケット生成部175aが、当該接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する。図12(a)は、ARPリプライパケットフォーマットの一例を示す図である。図12(a)において、475aは宛先MACアドレス(MAC_Broadcast)であり、475bは送信元MACアドレス(MAC_V)であり、475cはソースハードウェアアドレス(MAC_V)であり、475dはソースプロトコルアドレス(IP_V)であり、475eはターゲットハードウェアアドレス(MAC_V)であり、475fはターゲットプロトコルアドレス(IP_221)である。ここでは、格納された接続装置情報に含まれるIPアドレスをターゲットプロトコルアドレス475fに設定し、仮想MACアドレスであるMAC_Vをターゲットハードウェアアドレス475e、ソースハードウェアアドレス475cおよび送信元MACアドレス475bにそれぞれ設定し、共有IPアドレスであるIP_Vをソースプロトコルアドレス475dに設定し、ブロードキャストアドレスを宛先MACアドレス475aに設定することで、ARPリプライパケットを生成する。

【0061】そして、接続装置情報交換部103aでは、生成されたARPリプライパケットの形式で接続装置情報をバックボーンネットワーク210の通信バス211に送信する。このARPリプライパケット形式の接続装置情報（以降、単にARPリプライパケットと呼ぶ）は、ネットワーク接続装置200aの接続装置情報交換部103aに通知され、さらに、サブネット選択部174aに転送される。

【0062】ネットワーク接続装置200aのサブネット選択部174aでは、受け取ったARPリプライパケットに基づいて、端末装置221と通信を行う可能性のある通信端末222を収容するサブネット230を選択し、さらに、パケット送信部104では、当該ARPリプライパケットをサブネット230に送信する。このとき、ARPリプライパケットは、スイッチングハブ233を経由して端末装置222に通知される。

【0063】ARPリプライパケットを受け取った端末装置222では、当該パケットに含まれるターゲットプロトコルアドレス475fとターゲットハードウェアアドレス475eに基づいて、ARPテーブル224を更新する。図13は、更新後のエントリ（ARPテーブル224）の一例を示す図であり、488aはIPアドレス(IP_221)であり、488bはMACアドレス(MAC_V)である。

【0064】また、ネットワーク接続装置200aで

は、ネットワーク接続装置100aの状態確認部101aから送られてきた「現用ルータとして動作する旨の通知」を、状態確認部101aが受け取ることで、サブネットワーク230に障害が発生したことを認識する。そして、上記ネットワーク接続装置100aと同様の手順で、ネットワーク接続装置200aの接続装置情報収集部102が、端末装置222および227のIPアドレスを接続装置情報として収集し、転送パケット生成部175aが、当該接続装置情報に基づいて図12(b)に示すARPLリプライパケットおよび(c)に示すARPLリプライパケットを生成し、接続装置情報交換部103aが、当該ARPLリプライパケットの形式で接続装置情報をネットワーク接続装置100aに対して送信する。なお、図12(b)において、476aは宛先MACアドレス(MAC_Broadcast)であり、476bは送信元MACアドレス(MAC_V)であり、476cはソースハードウェアアドレス(MAC_V)であり、476dはソースプロトコルアドレス(IP_V)であり、476eはターゲットハードウェアアドレス(MAC_V)であり、476fはターゲットプロトコルアドレス(IP_222)であり、図12(c)において、477aは宛先MACアドレス(MAC_Broadcast)であり、477bは送信元MACアドレス(MAC_V)であり、477cはソースハードウェアアドレス(MAC_V)であり、477dはソースプロトコルアドレス(IP_V)であり、477eはターゲットハードウェアアドレス(MAC_V)であり、477fはターゲットプロトコルアドレス(IP_227)である。

【0065】そして、ARPLリプライパケットを受け取ったネットワーク接続装置100aでは、上記ネットワーク接続装置200aと同様の手順で、接続装置情報交換部103a、サブネット選択部174aおよびパケット送信部104を用いて、当該ARPLリプライパケットを送信し、端末装置221のARPテーブルを更新する。図14は、更新後のエントリ(ARPテーブル223)の一例を示す図であり、483aはIPアドレス(IP_222)であり、483bはMACアドレス(MAC_V)である。

【0066】このように、本実施の形態においては、故障等によりサブネットワーク230内の各端末装置が分断された場合でも、各端末装置内のARPテーブルを書き換え、バックボーンネットワーク210を経由して通信を行う構成としたため、分散された端末装置間の通信を継続させることができる。また、上記と同様の場合に、サブネットワークに接続された端末装置が、分断された端末装置に接続されたネットワーク接続装置にて生成したARPLリプライパケットを受け取り、ARPの一般的な動作でARPテーブルを書き換える構成としたため、特別な処理を追加することなく通信経路を変更できる。

【0067】実施の形態3. 図15は、本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態3の構成を示す図である。図15において、100bはネットワーク接続装置であり、501bはARPパケット中継部であり、107bは接続装置情報を記録する記録部であり、210bはバックボーンネットワークであり、211bはネットワーク接続装置間を結ぶ通信バスであり、230bはサブネットワークであり、291bはサブネットワーク230bに接続する入出力ポートであり、293bはバックボーンネットワーク210に接続する入出力ポートである。

【0068】また、図16は、上記ARPパケット中継部501bの構成を示す図である。図16において、518はARPパケット受信部であり、519は検索部であり、520はリクエスト転送部であり、521はバックボーンパケット受信部であり、522はリプライパケット変換部であり、523はリプライパケット送信部であり、524はサブネットワーク選択部であり、525はリクエストパケット変換部であり、526はリクエストパケット送信部であり、527はリプライ転送部である。

【0069】また、図17は、実施の形態3のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。図17において、200bはネットワーク接続装置であり、240b、250bはサブネットワークであり、504はサブネットワーク分断箇所であり、211bはネットワーク接続装置間を結ぶ通信バスであり、531は端末装置221から送信されるARPLリクエストパケットであり、532はネットワーク接続装置100bから送信されるARPLリクエストパケットであり、533はネットワーク接続装置200bから送信されるARPLリクエストパケットであり、534は端末装置222から送信されるARPLリプライパケットであり、535はネットワーク接続装置200bから送信されるARPLリプライパケットであり、536はネットワーク接続装置100bから送信されるARPLリプライパケットであり、291bはネットワーク接続装置100bのサブネットワーク230bに接続する入出力ポートであり、292bはネットワーク接続装置200bのサブネットワーク230bに接続する入出力ポートである。なお、先に説明した実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0070】ここで、図15、図16および図17を用いて、上記ネットワーク接続装置の動作を説明する。なお、本実施の形態では、前述の実施の形態1と異なる動作についての説明する。また、本実施の形態のネットワークシステムは、ネットワーク接続装置100aと100bが冗長な構成をとり、バックボーンネットワーク210bとサブネットワーク230bとを接続する。また、ネットワーク接続装置100bが待機ルータとして、ネットワーク接続装置200bが現用ルータとして、それぞれ動作しているものとし、仮想MACアドレスとIPア

ドレスとを共有しているものとする。

【0071】まず、ネットワーク接続装置100bでは、状態確認部101が、実施の形態1と同様に、サブネット230bを経由してネットワーク接続装置200bとの導通状態を監視する。そして、たとえば、サブネット230bがサブネット分断箇所504で分断され、図示のA部とB部のように分断された場合、ネットワーク接続装置100bでは、状態確認部101が障害を検知し、先に説明した実施の形態1と同様の手順で、記録部107bおよびARPテーブル108に、IPアドレスとMACアドレスの組み合わせを接続装置情報として記録する。その後、ネットワーク接続装置100bは、現用ルータとしての動作を行う。

【0072】たとえば、端末装置221が端末装置222と通信を行っていない場合、各端末装置のARPテーブルには互いの端末装置に相当するエントリが登録されておらず、各端末装置では、パケット送信部104から送信されたARPリプライパケットを受信した場合でも、ARPテーブルにエントリを追加しない。

【0073】一方、端末装置221が新たに端末装置222と通信を行う場合、端末装置221では、端末装置222に対してARPリクエストパケット531を送信する。図18は、ARPリクエストパケットおよびARPリプライパケットのフォーマットの一例を示す図であり、特に、図18(a)は、ARPリクエストパケット531の一例を示す図である。図18(a)において、531aは宛先MACアドレスであり、531bは送信元MACアドレスであり、531cはソースハードウェアアドレスであり、531dはソースプロトコルアドレスであり、531eはターゲットハードウェアアドレスであり、531fはターゲットプロトコルアドレスである。ここでは、宛先MACアドレス531aにブロードキャストアドレス(MAC_BC)を設定し、送信元MACアドレス531bおよびソースハードウェアアドレス531cに端末装置221のMACアドレス(MAC_221)を設定し、ソースプロトコルアドレス531dに端末装置221のIPアドレス(IP_221)を設定し、ターゲットプロトコルアドレス531fに端末装置222のIPアドレス(IP_222)を設定する。

【0074】ARPリクエストパケット531を受け取ったネットワーク接続装置100bのARPパケット中継部501bでは、ARPパケット受信部518が、当該ARPリクエストパケット531中のターゲットプロトコルアドレス531fを抽出する。そして、そのIPアドレスがポート291bで使用しているIPアドレスでなければ、検索部519が、記録部107bに記録されたエントリに、ターゲットプロトコルアドレス531fに該当するエントリがあるかどうかを検索する。なお、端末装置222がネットワーク接続装置200b側

のB部に接続しているため、ここでの検索結果は該当エントリ無しとなる。

【0075】該当エントリが無い場合、検索部519では、リクエスト転送部520にARPリクエストパケット531を転送し、リクエスト転送部520では、受け取ったARPリクエストパケット531に相当するARPリクエストパケット532を、バックボーンネットワーク210b上に設定された通信パス211bを介してネットワーク接続装置200bに対して送信する。図18(b)は、ARPリクエストパケット532の一例を示す図である。図18(b)において、532aは宛先MACアドレスであり、532bは送信元MACアドレスであり、532cはソースハードウェアアドレスであり、532dはソースプロトコルアドレスであり、532eはターゲットハードウェアアドレスであり、532fはターゲットプロトコルアドレスである。ここでは、宛先MACアドレス532aにブロードキャストアドレス(MAC_BC)を設定し、送信元MACアドレス532bおよびソースハードウェアアドレス532cに端末装置221のMACアドレス(MAC_221)を設定し、ソースプロトコルアドレス532dに端末装置221のIPアドレス(IP_221)を設定し、ターゲットプロトコルアドレス532fに端末装置222のIPアドレス(IP_222)を設定する。

【0076】ARPリクエストパケット532を受け取ったネットワーク接続装置200bでは、バックボーンパケット受信部521が、サブネット選択部524に対して当該ARPリクエストパケット532を通知する。サブネット選択部524では、受け取ったARPリクエストパケット532からターゲットプロトコルアドレス532fを抽出し、ネットワーク接続装置200bの収容するサブネットのなかから当該アドレスを含むサブネット230bを選択する。そして、リクエストパケット変換部525に対してARPリクエストパケット532を通知する。

【0077】ネットワーク接続装置200bのリクエストパケット変換部525では、ARPリクエストパケット532の送信元MACアドレス532bとソースハードウェアアドレス532cとを仮想MACアドレス(MAC_V)に書き換える。そして、リクエストパケット送信部526では、書き換え後のARPリクエストパケット533をサブネット230bに接続するポート292bから送信する。図18(c)は、ARPリクエストパケット533の一例を示す図である。図18(c)において、533aは宛先MACアドレスであり、533bは送信元MACアドレスであり、533cはソースハードウェアアドレスであり、533dはソースプロトコルアドレスであり、533eはターゲットハードウェアアドレスであり、533fはターゲットプロトコルアドレスである。ここでは、宛先MACアドレス533aに

ブロードキャストアドレス (MAC_BC) を設定し、送信元MACアドレス533bおよびソースハードウェアアドレス533cに仮想MACアドレス (MAC_V) を設定し、ソースプロトコルアドレス533dに端末装置221のIPアドレス (IP_221) を設定し、ターゲットプロトコルアドレス533fに端末装置222のIPアドレス (IP_222) を設定する。

【0078】ARPリクエストパケット533を受け取った端末装置222では、ソースプロトコルアドレス533dに格納された端末装置221のIPアドレスと、ソースハードウェアアドレス533cに格納された仮想MACアドレスと、を学習し、その学習結果をARPテーブルに登録する。そして、受け取ったパケットに対する応答として、ARPリプライパケット534を送信する。図18(d)は、ARPリプライパケット534の一例を示す図である。図18(d)において、534aは宛先MACアドレスであり、534bは送信元MACアドレスであり、534cはソースハードウェアアドレスであり、534dはソースプロトコルアドレスであり、534eはターゲットハードウェアアドレスであり、534fはターゲットプロトコルアドレスである。ここでは、宛先MACアドレス534aおよびターゲットハードウェアアドレス534eに仮想MACアドレス (MAC_V) を設定し、送信元MACアドレス534bおよびソースハードウェアアドレス534cに端末装置222のMACアドレス (MAC_222) を設定し、ソースプロトコルアドレス534dに端末装置222のIPアドレス (IP_222) を設定し、ターゲットプロトコルアドレス534fに端末装置221のIPアドレス (IP_221) を設定する。

【0079】ARPリプライパケット534を受け取ったネットワーク接続装置200bのAPRパケット中継部501bでは、ARPパケット受信部518が、当該ARPリプライパケット534中のターゲットプロトコルアドレス534fを抽出する。そして、そのIPアドレスがポート292bで使用しているIPアドレスでなければ、リプライ転送部527に対してARPリプライパケット534を転送する。リプライ転送部527では、受け取ったARPリプライパケット534に相当するARPリプライパケット535を、バックボーンネットワーク210b上に設定された通信バス211bを介してネットワーク接続装置100bに対して送信する。図18(e)は、ARPリプライパケット535の一例を示す図である。図18(e)において、535aは宛先MACアドレスであり、535bは送信元MACアドレスであり、535cはソースハードウェアアドレスであり、535dはソースプロトコルアドレスであり、535eはターゲットハードウェアアドレスであり、535fはターゲットプロトコルアドレスである。ここでは、宛先MACアドレス535aおよびターゲットハ-

ドウェアアドレス535eに仮想MACアドレス (MAC_V) を設定し、送信元MACアドレス535bおよびソースハードウェアアドレス535cに端末装置222のMACアドレス (MAC_222) を設定し、ソースプロトコルアドレス535dに端末装置222のIPアドレス (IP_222) を設定し、ターゲットプロトコルアドレス535fに端末装置221のIPアドレス (IP_221) を設定する。

【0080】ARPリプライパケット535を受け取ったネットワーク接続装置100bでは、バックボーンパケット受信部521が、サブネット選択部524に対して当該ARPリプライパケット535を通知する。サブネット選択部524では、受け取ったARPリプライパケット535からターゲットプロトコルアドレス535fを抽出し、ネットワーク接続装置100bの収容するサブネットのなかから当該アドレスを含むサブネット230bを選択する。そして、リプライパケット変換部522に対してARPリプライパケット535を通知する。

【0081】ネットワーク接続装置100bのリプライパケット変換部522では、ARPリプライパケット535のターゲットプロトコルアドレス535fを抽出する。その後、検索部519が、当該ターゲットプロトコルアドレス535fに対応するMACアドレスを獲得し、その獲得結果に基づいて宛先MACアドレス535aおよびターゲットハードウェアアドレス535eを書き換える。また、リプライパケット変換部522では、送信元MACアドレス535bとソースハードウェアアドレス535cとを、ポート291bで使用している仮想MACアドレスMAC_Vに書き換える。そして、リプライパケット送信部523では、書き換え後のARPリプライパケット536をサブネット230bに接続するポート291bから送信する。図18(f)は、ARPリプライパケット536の一例を示す図である。図18(f)において、536aは宛先MACアドレスであり、536bは送信元MACアドレスであり、536cはソースハードウェアアドレスであり、536dはソースプロトコルアドレスであり、536eはターゲットハードウェアアドレスであり、536fはターゲットプロトコルアドレスである。ここでは、宛先MACアドレス536aおよびターゲットハードウェアアドレス536eに端末装置221のMACアドレス (MAC_221) を設定し、送信元MACアドレス536bおよびソースハードウェアアドレス536cに仮想MACアドレス (MAC_V) を設定し、ソースプロトコルアドレス536dに端末装置222のIPアドレス (IP_222) を設定し、ターゲットプロトコルアドレス536fに端末装置221のIPアドレス (IP_221) を設定する。

【0082】ARPリプライパケット536を受け取っ

た端末装置221では、端末装置222のIPアドレスに対応するMACアドレスとして、ソースハードウェアアドレス536cに格納された仮想MACアドレスを学習し、ARPテーブルに登録する。

【0083】以降、端末装置221から端末装置222へのパケット送信は、仮想MACアドレス宛に行われ、実施の形態1と同様の手順で、ネットワーク接続装置100bおよび200bに中継される。また、端末装置222から端末装置221へのパケット送信についても、ARPテーブルに仮想MACアドレスが登録されているため、仮想MACアドレス宛に行われる。これにより、相互の通信が可能となる。

【0084】このように、本実施の形態においては、サブネット230bが分断された場合でも、各ネットワーク接続装置がバックボーンネットワークを経由してARPパケットを中継する構成としたため、もともとエントリが登録されていない分断された端末装置間においても新たに通信を行うことができる。また、本実施の形態においては、ブロードキャストアドレス宛に送信されたICMPリクエストメッセージに対して応答しないように設定された端末装置についても、バックボーンネットワークを介してアドレス解決を行うことができる。また、サブネットに接続された端末装置においては、ARPリクエストパケットおよびARプレスポンスパケットを送受信することで、ARPテーブルを更新するため、特別な処理を追加することなくバックボーンネットワークを用いた通信が可能となる。

【0085】実施の形態4。図19は、本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態4の構成を示す図である。図19において、100cはネットワーク接続装置であり、101cは状態確認部であり、103cは接続装置情報交換部であり、104cはパケット送信部であり、107cは記録部であり、174cはサブネット選択部であり、175cは転送パケット生成部であり、641cは回復パケット生成部である。なお、上記ネットワーク接続装置100c、状態確認部101c、接続装置情報交換部103c、パケット送信部104c、記録部107c、サブネット選択部174c、転送パケット生成部175cについては、本実施の形態における特徴的な機能以外に、それぞれ先に説明した実施の形態1または2における状態確認部、接続装置情報交換部、パケット送信部、記録部、サブネット選択部、転送パケット生成部と同様の機能を含むことを前提とする。

【0086】また、図20は、実施の形態4のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。図20において、200cはネットワーク接続装置である。なお、先に説明した実施の形態1または2と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0087】ここで、図19および図20を用いて上記

ネットワーク接続装置の動作を説明する。なお、本実施の形態では、先に説明した実施の形態1または2と異なる動作についてのみ説明する。また、本実施の形態のネットワークシステムは、ネットワーク接続装置100cと200cが冗長な構成をとり、バックボーンネットワーク210とサブネット230とを接続する。また、本実施の形態では、ネットワーク接続装置100cが待機ルータとして、ネットワーク接続装置200cが現用ルータとして、それぞれ動作し、さらに、スイッチングハブ232が故障した状態を前提とする。すなわち、実施の形態2と同様の手順で、端末装置221のARPテーブル223に図21(a)に示すエントリが登録され、端末装置222のARPテーブル224に図22(a)に示すエントリが登録され、ネットワーク接続装置100cの記録部107cに図23に示すエントリが登録され、ネットワーク接続装置200cの記録部107cに図24に示すエントリが登録された状態を前提とする。

【0088】ただし、図21は、端末装置221のARPテーブルに記録されるエントリの一例を示す図であり、図21(a)に示す障害発生時のエントリにおいて、625aはIPアドレスであり、625bはMACアドレスであり、図21(b)に示す正常時のエントリにおいて、626aはIPアドレスであり、626bはMACアドレスである。また、図22は、端末装置222のARPテーブルに記録されるエントリの一例を示す図であり、図22(a)に示す障害発生時のエントリにおいて、627aはIPアドレスであり、627bはMACアドレスであり、図22(b)に示す正常時のエントリにおいて、628aはIPアドレスであり、628bはMACアドレスである。また、図23は、ネットワーク接続装置100cの記録部107cに記録されるエントリの一例であり、図23において、652aはIPアドレスであり、652bはMACアドレスである。また、図24は、ネットワーク接続装置200cの記録部107cに記録されるエントリの一例であり、図24において、653aはIPアドレスであり、653bはMACアドレスである。

【0089】この状態で、スイッチングハブ232が回復すると、ネットワーク接続装置100cの状態確認部101cでは、pingの導通やネットワーク接続装置200cからのVRRPメッセージ受信などによりサブネット230の障害回復を検出し、通信パス211を経由してネットワーク接続装置200cに対して自装置が待機ルータとして動作する旨を通知する。

【0090】上記通知を受け取ったネットワーク接続装置200cでは、状態確認部101cが、その旨を回復パケット生成部641cに通知する。回復パケット生成部641cでは、自装置の記録部107cを参照し、エントリに基づいてARPリプライパケットを生成する。図25は、ARPリプライパケットフォーマットの一例

を示す図である。図25(a)に示すネットワーク接続装置100cのARプライバケットにおいて、660aは宛先MACアドレスであり、660bは送信元MACアドレスであり、660cはソースハードウェアアドレスであり、660dはソースプロトコルアドレスであり、660eはターゲットハードウェアアドレスであり、660fはターゲットプロトコルアドレスである。図25(b)に示すネットワーク接続装置200cのARプライバケットにおいて、661aは宛先MACアドレスであり、661bは送信元MACアドレスであり、661cはソースハードウェアアドレスであり、661dはソースプロトコルアドレスであり、661eはターゲットハードウェアアドレスであり、661fはターゲットプロトコルアドレスである。

【0091】ここでは、図25(b)に示すように、ターゲットプロトコルアドレス661fにIPアドレス653a(IP_222)を設定し、ターゲットハードウェアアドレス661eにMACアドレス653b(MAC_222)を設定し、ソースプロトコルアドレス661dにポート292で使用しているIPアドレス(IP_V)を設定し、ソースハードウェアアドレス661cと送信元MACアドレス661bにポート292で使用している仮想MACアドレス(MAC_V)を設定し、宛先MACアドレス661aにブロードキャストアドレス(MAC_Broadcast)を設定する。

【0092】ネットワーク接続装置200cのパケット送信部104cでは、上記のように生成したARプライバケットをポート292から送信する。

【0093】このとき、ARプライバケットを受け取った端末装置221では、当該パケットに含まれるターゲットハードウェアアドレス661eとターゲットプロトコルアドレス661fに基づいて、図21(a)に示すARPテーブルのエントリを図21(b)のように更新する。

【0094】一方、ネットワーク接続装置100cは、待機ルータとなるのでサブネット230上で仮想アドレスを使用した通信ができない。そこで、ネットワーク接続装置100cの保有する情報をネットワーク接続装置200cに転送し、ネットワーク接続装置200cからARプライバケットを送信する。具体的にいうと、ネットワーク接続装置100cでは、状態確認部101cがサブネット230の障害回復を検出すると、転送パケット生成部175cが、記録部107cに記録されているエントリに基づいてARプライバケットを生成する。ここでは、図25(a)に示すように、ターゲットプロトコルアドレス660fにIPアドレス652a(IP_221)を設定し、ターゲットハードウェアアドレス660eにMACアドレス652b(MAC_221)を設定し、ソースプロトコルアドレス660dに仮想IPアドレス(IP_V)を設定し、ソースハード

ウェアアドレス660cと送信元MACアドレス660bに仮想MACアドレス(MAC_V)を設定し、宛先MACアドレス660aにブロードキャストアドレス(MAC_Broadcast)を設定する。

【0095】ネットワーク接続装置100cの接続装置情報交換部103cでは、上記のように生成したARプライバケットの形式で接続装置情報をネットワーク接続装置200cに対して送信する。

【0096】上記接続装置情報、すなわち、ARプライバケットを受け取ったネットワーク接続装置200cでは、サブネット選択部174cが、バックボーンネットワーク210からの受信でありかつ送信元MACアドレスがポート292の仮想MACアドレスであることから、宛先がサブネット230であることを識別する。そして、パケット送信部104cでは、当該パケットをポート292から送信する。

【0097】ARプライバケットを受け取った端末装置222では、当該パケットに含まれるターゲットハードウェアアドレス660eとターゲットプロトコルアドレス660fに基づいて、図22(a)に示すARPテーブルのエントリを図22(b)のように更新する。

【0098】このように、本実施の形態においては、サブネット230の障害が回復した場合に、各端末装置が、障害により更新されたARPテーブルのエントリをもとの状態(正常時)に書き換える構成としたため、以降、互いのMACアドレスの直接指定により、端末装置間の通信を継続することができる。また、本実施の形態においては、サブネット230に接続された各端末装置が、ARPの一般的な動作によりARPテーブルを書き換える構成としたため、特別な処理を追加することなく通信経路を選択できる。

【0099】実施の形態5。図26は、本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態5の構成を示す図である。図26において、100dはネットワーク接続装置であり、103dは接続装置情報交換部であり、173dはパケット生成部であり、174dはサブネット選択部である。

【0100】また、図27は、実施の形態5のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。図27において、200dはネットワーク接続装置である。なお、先に説明した実施の形態1~4と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0101】ここで、図26および図27を用いて上記ネットワーク接続装置の動作を説明する。なお、本実施の形態では、先に説明した実施の形態1~4と異なる動作についてのみ説明する。また、本実施の形態のネットワークシステムは、ネットワーク接続装置100dと200dが冗長な構成をとり、バックボーンネットワーク210とサブネット230とを接続する。また、本実施

の形態では、ネットワーク接続装置100dが待機ルータとして、ネットワーク接続装置200dが現用ルータとして、それぞれ動作し、さらに、スイッチングハブ232が故障した状態を前提とする。すなわち、実施の形態2と同様の手順で、端末装置221のARPテーブル223に図21(a)に示すエントリが登録され、端末装置222のARPテーブル224に図22(a)に示すエントリが登録され、ネットワーク接続装置100cの記録部107cに図23に示すエントリが登録され、ネットワーク接続装置200cの記録部107cに図24に示すエントリが登録された状態を前提とする。

【0102】この状態で、スイッチングハブ232が回復すると、ネットワーク接続装置100dでは、前述の実施の形態4と同様に、図25に示すARPリプライパケットを生成し、当該ARPリプライパケットをポート292から送信する。そして、端末装置221では、図21(a)に示すARPテーブルのエントリを図21(b)のように更新する。

【0103】一方、ネットワーク接続装置100dは、待機ルータとなるのでサブネット230上で仮想アドレスを使用した通信ができない。そこで、ネットワーク接続装置200dでは、状態確認部101cがサブネット230の障害回復を検出すると、接続装置情報交換部103dが、記録部107cに記録されているエントリに基づいて接続装置情報を生成し、当該接続装置情報をネットワーク接続装置200dに対して送信する。すなわち、図23のエントリの内容を参照し、IPアドレス652aとMACアドレス652bを接続装置情報として送信する。

【0104】接続装置情報を受け取ったネットワーク接続装置200dの接続装置情報交換部103dでは、当該情報に含まれるIPアドレスをサブネット選択部174dに転送し、サブネット選択部174dでは、ネットワーク接続装置100dが収容するサブネットの中から、受け取ったIPアドレスが含まれるサブネット230を選択し、パケット生成部173dに通知する。

【0105】ネットワーク接続装置200dのパケット生成部173dでは、図25(a)に示すように、ARPリプライパケットを生成する。そして、パケット送信部104cでは、受け取ったARPリプライパケットをポート292から送信する。

【0106】ARPリプライパケットを受け取った端末装置222では、当該パケットに含まれるターゲットハードウェアアドレス660eとターゲットプロトコルアドレス660fに基づいて、図22(a)に示すARPテーブルのエントリを図22(b)のように更新する。

【0107】このように、本実施の形態においては、接続装置情報として、IPアドレスとMACアドレスの組み合わせのみを送る構成としたため、前述の実施の形態4と同様の効果が得られるとともに、さらに、ARPパ

ケットを送信する場合と比較してバックボーンネットワークのトラフィック量を大幅に削減することができる。また、本実施の形態においては、自装置の記録部に記録されたエントリに基づいてARPリプライパケットを生成する場合と、他のネットワーク接続装置から得た接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する場合で、処理が同じであるため、実装を簡単にすることができる。

【0108】

【発明の効果】以上、説明したとおり、本発明によれば、故障等によりサブネット内の各端末装置が分断された場合でも、バックボーンネットワークを経由して通信を行う構成としたため、分散された端末装置間の通信を継続させることができる、という効果を奏する。また、上記と同様の場合に、サブネットに接続された端末装置が、自身に接続されたネットワーク接続装置にて生成したARPリプライパケットを受け取り、ARPの一般的な動作でARPテーブルを書き換える構成としたため、特別な処理を追加することなく通信経路を変更することができる、という効果を奏する。

【0109】つぎの発明によれば、サブネットが分断された場合でも、各ネットワーク接続装置がバックボーンネットワークを経由してARPパケットを中継する構成としたため、もともとエントリが登録されていない分断された端末装置間においても新たに通信を行うことができる、という効果を奏する。また、ブロードキャストアドレス宛に送信されたICMPリクエストメッセージに対して応答しないように設定された端末装置についても、バックボーンネットワークを介してアドレス解決を行うことができる、という効果を奏する。また、サブネットに接続された端末装置においては、ARPリクエストパケットおよびARPPレスポンスパケットを送受信することで、ARPテーブルを更新するため、特別な処理を追加することなくバックボーンネットワークを用いた通信が可能となる、という効果を奏する。

【0110】つぎの発明によれば、故障等によりサブネット内の各端末装置が分断された場合でも、各端末装置内のARPテーブルを書き換え、バックボーンネットワークを経由して通信を行う構成としたため、分散された端末装置間の通信を継続させることができる、という効果を奏する。また、上記と同様の場合に、サブネットに接続された端末装置が、分断された端末装置に接続されたネットワーク接続装置にて生成したARPリプライパケットを受け取り、ARPの一般的な動作でARPテーブルを書き換える構成としたため、特別な処理を追加することなく通信経路を変更できる、という効果を奏する。

【0111】つぎの発明によれば、サブネットの障害が回復した場合に、各端末装置が、障害により更新されたARPテーブルのエントリをもとの状態(正常時)に書

き換える構成としたため、以降、互いのMACアドレスの直接指定により、端末装置間の通信を継続することができる、という効果を奏する。また、サブネットに接続された各端末装置が、ARPの一般的な動作によりARPテーブルを書き換える構成としたため、特別な処理を追加することなく通信経路を選択できる、という効果を奏する。

【0112】つぎの発明によれば、接続装置情報として、IPアドレスとMACアドレスの組み合わせのみを送る構成としたため、さらに、ARPパケットを送信する場合と比較してバックボーンネットワークのトラフィック量を大幅に削減することができる、という効果を奏する。また、自装置で収集した接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する場合と、他のネットワーク接続装置から得た接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する場合で、処理が同じであるため、実装を簡単にすることができる、という効果を奏する。

【0113】つぎの発明によれば、接続装置情報収集時に、ICMPエコーリクエストメッセージをブロードキャストアドレスで送信し、サブネットに接続されている各端末装置からのICMPエコーリプライメッセージを同時に収集する構成としたため、効率良く接続装置情報を収集できる、という効果を奏する。

【0114】つぎの発明によれば、故障等によりサブネット内の各端末装置が分断された場合でも、バックボーンネットワークを経由して通信を行う構成としたため、分散された端末装置間の通信を継続させることができる、という効果を奏する。

【0115】つぎの発明によれば、サブネットが分断された場合でも、各ネットワーク接続装置がバックボーンネットワークを経由してARPパケットを中継する構成としたため、もともとエントリが登録されていない分断された端末装置間においても新たに通信を行うことができる、という効果を奏する。また、ブロードキャストアドレス宛に送信されたICMPリクエストメッセージに対して応答しないように設定された端末装置についても、バックボーンネットワークを介してアドレス解決を行うことができる、という効果を奏する。

【0116】つぎの発明によれば、故障等によりサブネット内の各端末装置が分断された場合でも、各端末装置内のARPテーブルを書き換え、バックボーンネットワークを経由して通信を行う構成としたため、分散された端末装置間の通信を継続させることができる、という効果を奏する。

【0117】つぎの発明によれば、サブネットの障害が回復した場合に、各端末装置が障害により更新されたARPテーブルのエントリをもとの状態（正常時）に書き換えるように制御する構成としたため、以降、互いのMACアドレスの直接指定により、端末装置間の通信を継

続することができる、という効果を奏する。

【0118】つぎの発明によれば、接続装置情報として、IPアドレスとMACアドレスの組み合わせのみを送る構成としたため、さらに、ARPパケットを送信する場合と比較してバックボーンネットワークのトラフィック量を大幅に削減することができる、という効果を奏する。また、自装置で収集した接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する場合と、他のネットワーク接続装置から得た接続装置情報に基づいてARPリプライパケットを生成する場合で、処理が同じであるため、実装を簡単にすることができる、という効果を奏する。

【0119】つぎの発明によれば、接続装置情報収集時に、ICMPエコーリクエストメッセージをブロードキャストアドレスで送信し、サブネットに接続されている各端末装置からのICMPエコーリプライメッセージを同時に収集する構成としたため、効率良く接続装置情報を収集できる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態1の構成を示す図である。

【図2】 実施の形態1のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。

【図3】 端末装置221のARPテーブルに記録されるエントリの一例を示す図である。

【図4】 端末装置222のARPテーブルに記録されるエントリの一例を示す図である。

【図5】 端末装置221から端末装置222へのMACフレームを示す図である。

【図6】 接続装置情報収集部102の構成を示す図である。

【図7】 ICMPエコーリクエストメッセージを格納するMACフレームフォーマットの一例を示す図である。

【図8】 ICMPエコーリプライメッセージを格納するMACフレームフォーマットの一例を示す図である。

【図9】 ARPリプライパケットフォーマットの一例を示す図である。

【図10】 本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態2の構成を示す図である。

【図11】 実施の形態2のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。

【図12】 ARPリプライパケットフォーマットの一例を示す図である。

【図13】 更新後のエントリ（ARPテーブル224）の一例を示す図である。

【図14】 更新後のエントリ（ARPテーブル223）の一例を示す図である。

【図15】 本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態3の構成を示す図である。

【図16】 ARPパケット中継部501bの構成を示す図である。

【図17】 実施の形態3のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。

【図18】 ARPリクエストパケットおよびARプライパケットのフォーマットの一例を示す図である。

【図19】 本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態4の構成を示す図である。

【図20】 実施の形態4のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。

【図21】 端末装置221のARPテーブルに記録されるエントリの一例を示す図である。

【図22】 端末装置222のARPテーブルに記録されるエントリの一例を示す図である。

【図23】 ネットワーク接続装置100cの記録部107cに記録されるエントリの例である。

【図24】 ネットワーク接続装置200cの記録部107cに記録されるエントリの例である。

【図25】 ARPリプライパケットフォーマットの一例を示す図である。

【図26】 本発明にかかるネットワーク接続装置の実施の形態5の構成を示す図である。

【図27】 実施の形態5のネットワーク接続装置を用いたネットワークシステムの一例を示す図である。

【図28】 従来のシステムの構成を示す図である。

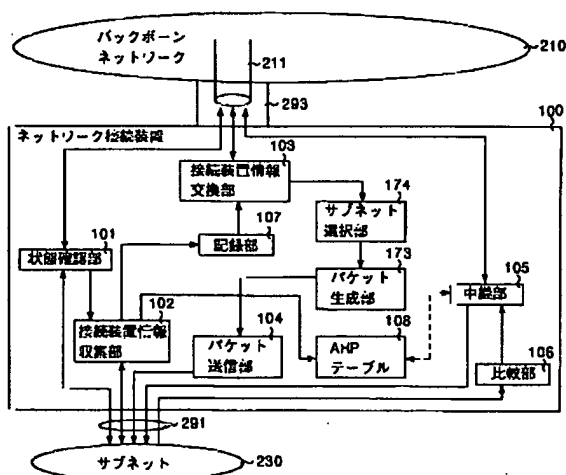
【図29】 VRRPを用いたネットワークシステムの構成を示す図である。

【図30】 VRRPで用いられるARPリプライパケットフォーマットの概略を示す図である。

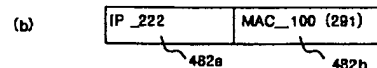
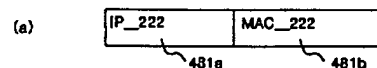
【符号の説明】

100, 100a, 100b, 100c, 100d, 200, 200a, 200b, 200c, 200d ネットワーク接続装置、101, 101a, 101c 状態確認部、102 接続装置情報収集部、103, 103a, 103c, 103d 接続装置情報交換部、104, 104c パケット送信部、105中継部、106比較部、107, 107b, 107c 記録部、108 ARPテーブル、173, 173d パケット生成部、174, 174a, 174c, 174d サブネット選択部、175a, 175c 転送パケット生成部、210, 210b バックボーンネットワーク、211, 211b 通信バス、221, 222, 227 端末装置、223, 224 ARPテーブル、230, 230b, 240b, 250b サブネット、231, 232, 233, 234スイッチングハブ、281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 291, 291b, 292, 292b, 293, 293bポート、441 リクエスト送信部、442 受信部、443 学習部、501b ARPパケット中継部、504 サブネット分断箇所、518 ARPパケット受信部、519 検索部、520 リクエスト転送部、521 バックボーンパケット受信部、522 リプライパケット変換部、523 リプライパケット送信部、524 サブネット選択部、525 リクエストパケット変換部、526 リクエストパケット送信部、527 リプライ転送部、641c 回復パケット生成部。

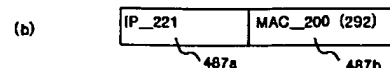
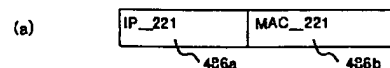
【図1】



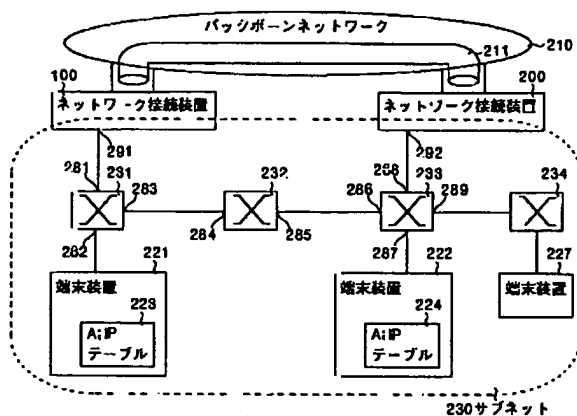
【図3】



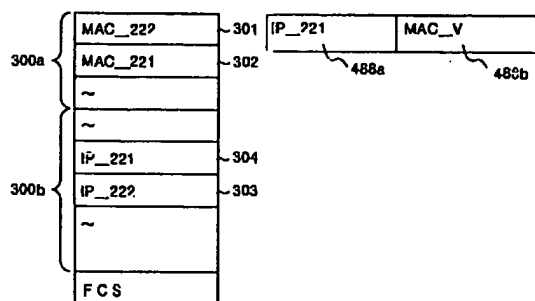
【図4】



【图2】

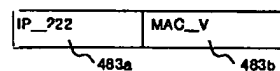


【図5】

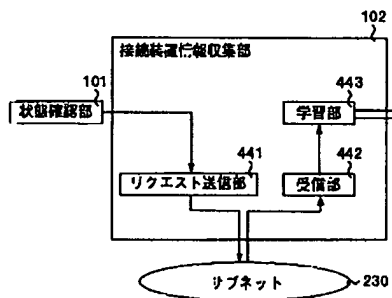


【图13】

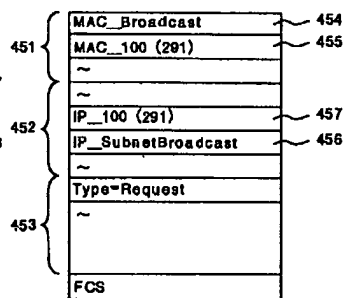
【図14】



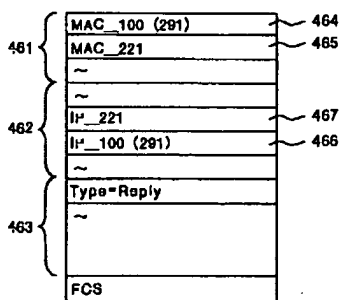
【图6】



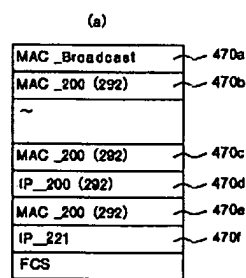
【図7】



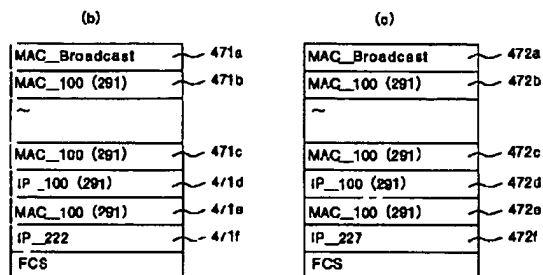
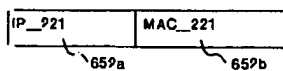
【図8】



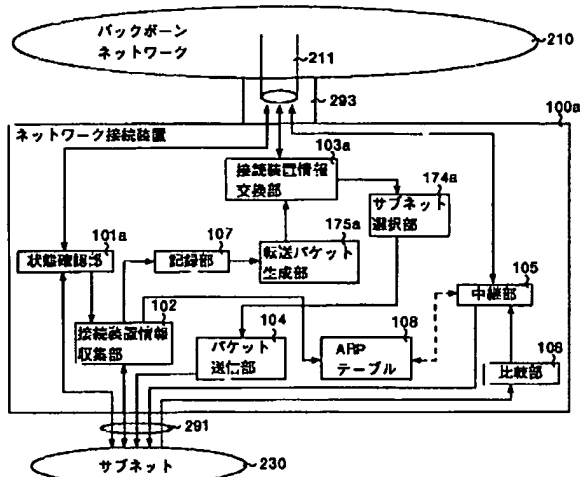
【图9】



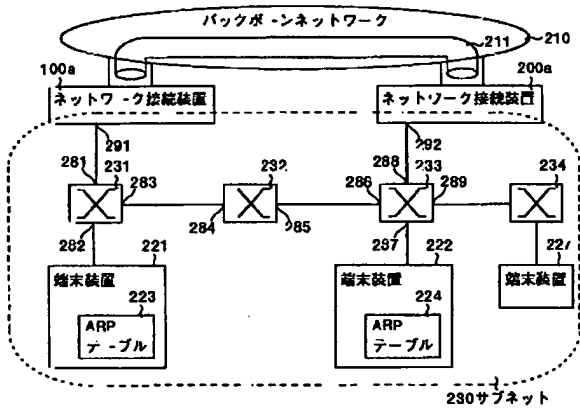
【图23】



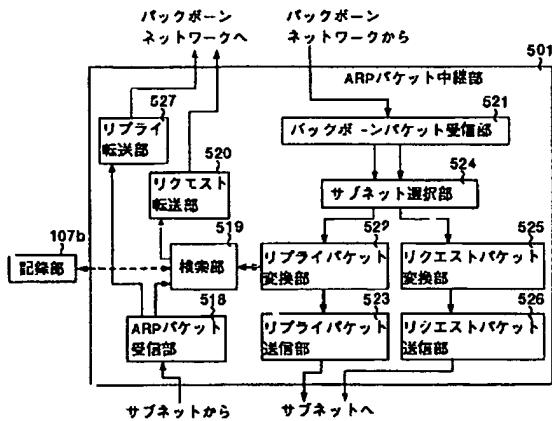
【図10】



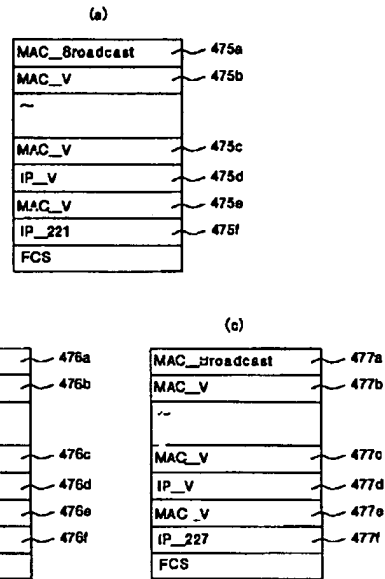
【図11】



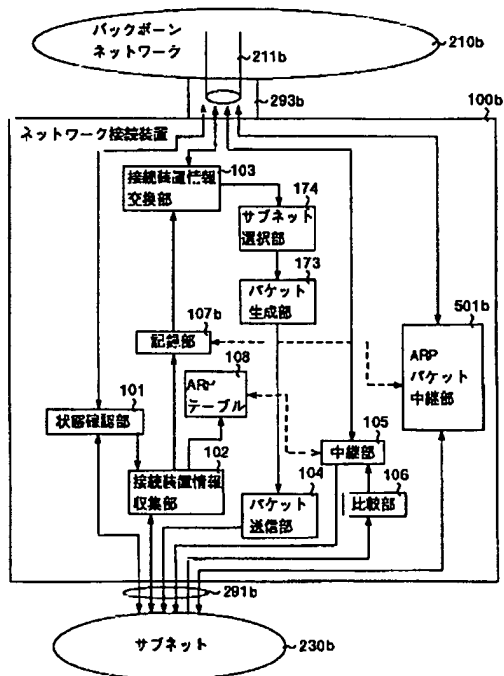
【図16】



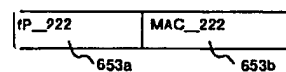
【図12】



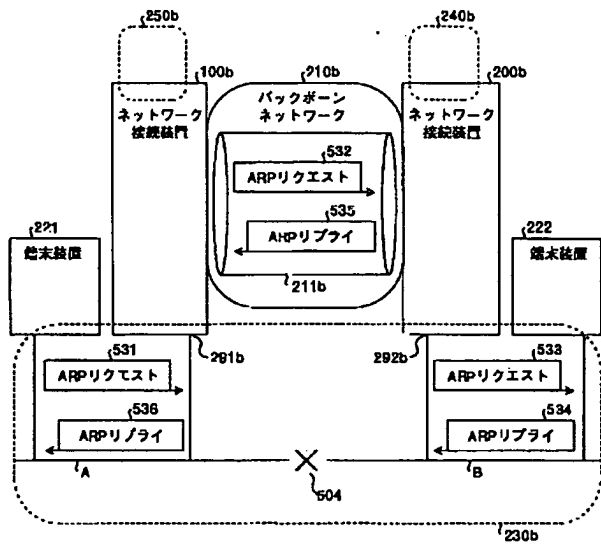
【図15】



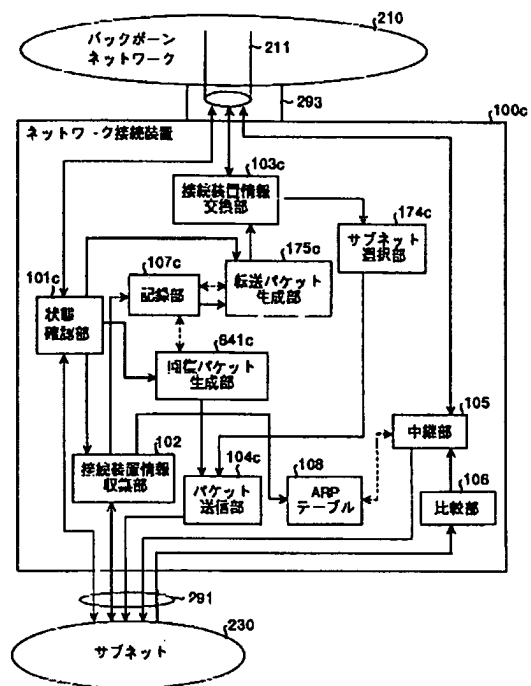
【図24】



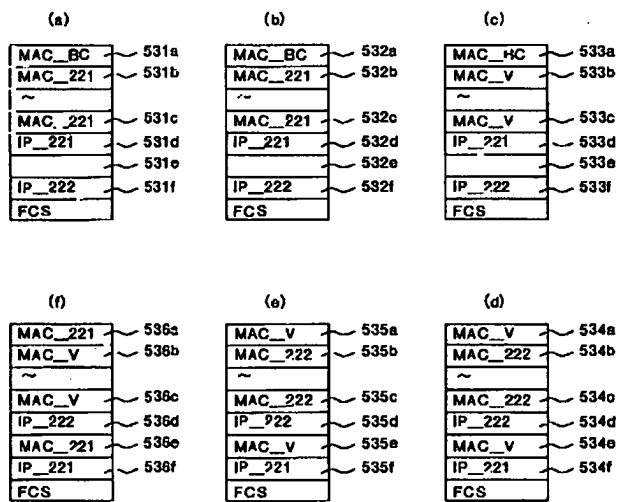
【図17】



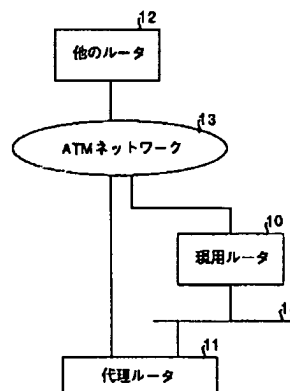
【図19】



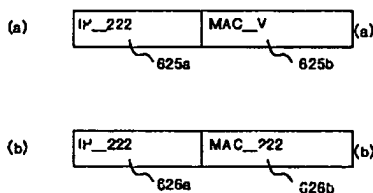
【図18】



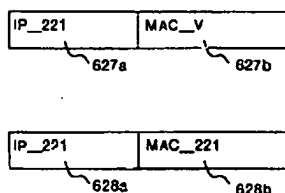
【図28】



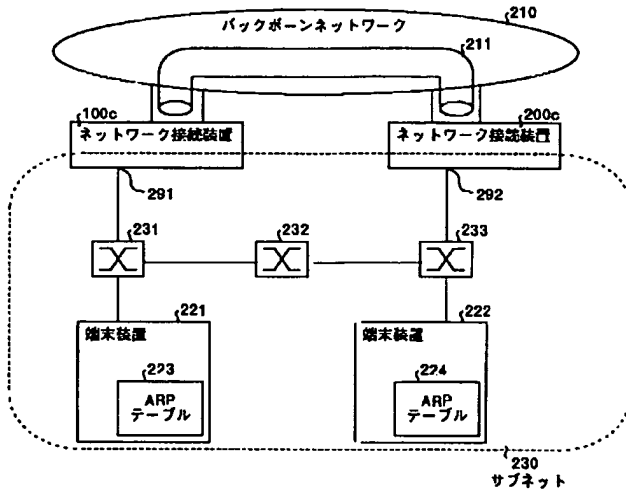
【図21】



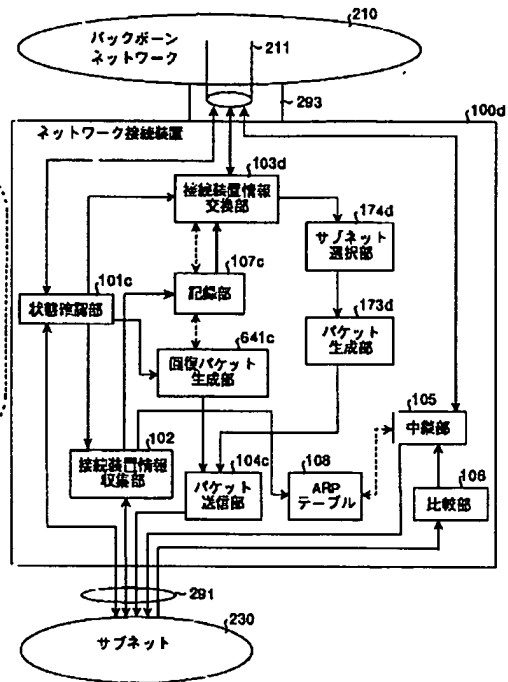
【図22】



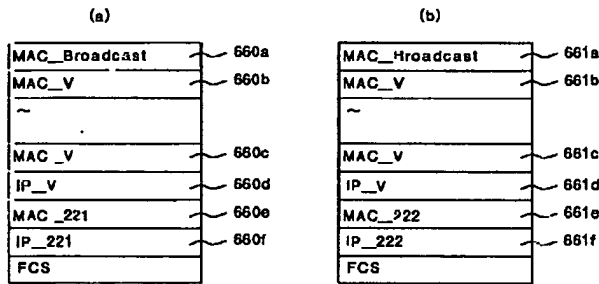
【図20】



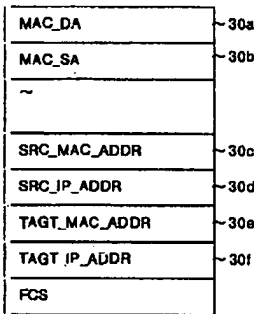
【図26】



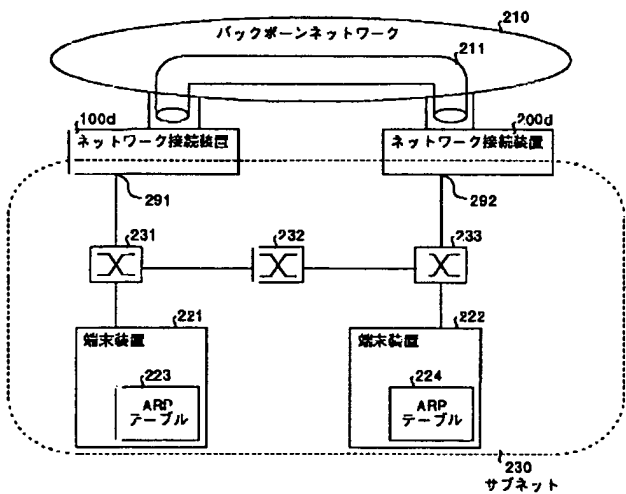
【図25】



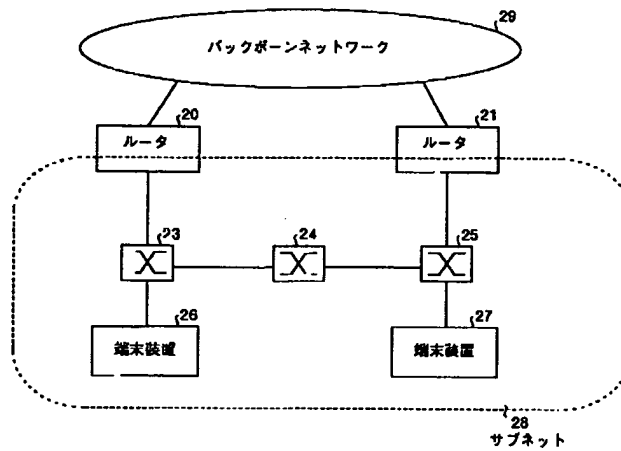
【図30】



【図27】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 市橋 立機
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA12 HA08 HA10 HC20 HD01
HD06 HD10 LB08 MB01
5K033 AA06 BA08 DA05 EA04 EC04